

PCT
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
 Internationales Büro
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



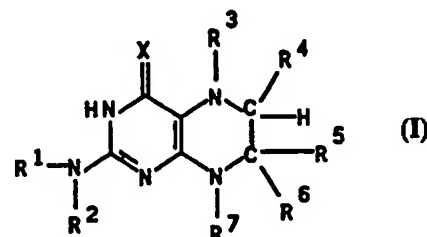
| | | |
|--|-----------|---|
| (51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : C07D 475/04, 475/06, A61K 31/505 | A2 | (11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 95/32203 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 30. November 1995 (30.11.95) |
| (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP95/01785 (22) Internationales Anmeldedatum: 11. Mai 1995 (11.05.95) (30) Prioritätsdaten: P 44 18 097.7 24. Mai 1994 (24.05.94) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): HOECHST AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Brüningsstrasse 50, D-65929 Frankfurt am Main (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): Pfeiderer, Wolfgang [DE/DE]; Lindauer Strasse 47, D-78464 Konstanz (DE). SCHMIDT, Harald [DE/DE]; Lorettoweg 19, D-97337 Dettelbach (DE). HENNING, Rainer [DE/JP]; Sannencho Building 3F, 40-17, Nishihara 3-chome, Shibuya-ku, Tokyo 151 (JP). (74) Anwalt: MULEY, Ralf; Hoechst Aktiengesellschaft, Werk Cassella, Hanauer Landstrasse 526, D-60386 Frankfurt am Main (DE). | | (81) Bestimmungsstaaten: CA, JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.</i> |

(54) Title: USE OF TETRAHYDROPTERIDINE DERIVATIVES AS NO-SYNTASE INHIBITORS

(54) Bezeichnung: VERWENDUNG VON TETRAHYDROPTERIDIN-DERIVATEN ALS HEMMSTOFFE DER NO-SYNTASE

(57) Abstract

The present invention relates to the use of pteridine derivatives of general formula (I) in which X is O or NH and R⁴ may, for instance, be hydrogen, phenyl or the radical R^{4a}-CH₂ and R^{4a} is e.g. hydrogen, (C₁-C₄)-alkyl mercapto, the radical -NR¹¹R¹² or the radical -OR¹³, and in which R¹, R², R³, R⁵, R⁶, R⁷, R¹¹, R¹² and R¹³ have the meanings given in claim 1, which are carbon monoxide-synthase inhibitors, for the treatment of diseases caused by a raised carbon monoxide level.



(57) Zusammenfassung

Die vorliegende Erfindung betrifft die Verwendung von Pteridin-Derivaten der allgemeinen Formel (I), in der X für O oder NH steht und R⁴ z.B. für Wasserstoff, Phenyl oder den Rest R^{4a}-CH₂- steht und R^{4a} z.B. für Wasserstoff, (C₁-C₄)-Alkylmercapto, den Rest -NR¹¹R¹² oder den Rest -OR¹³ steht, und in der R¹, R², R³, R⁵, R⁶, R⁷, R¹¹, R¹² und R¹³ die im Anspruch 1 angegebenen Bedeutungen haben, die Hemmstoffe der Stickstoffmonoxid-Synthase sind, zur Behandlung von Krankheiten, die durch einen erhöhten Stickstoffmonoxid-Spiegel bedingt sind.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

| | | | | | |
|----|--------------------------------|----|-----------------------------------|----|--------------------------------|
| AT | Österreich | GA | Gabon | MR | Mauretanien |
| AU | Australien | GB | Vereinigtes Königreich | MW | Malawi |
| BB | Barbados | GE | Georgien | NE | Niger |
| BE | Belgien | GN | Guinea | NL | Niederlande |
| BF | Burkina Faso | GR | Griechenland | NO | Norwegen |
| BG | Bulgarien | HU | Ungarn | NZ | Neuseeland |
| BJ | Benin | IE | Irland | PL | Polen |
| BR | Brasilien | IT | Italien | PT | Portugal |
| BY | Belarus | JP | Japan | RO | Rumänien |
| CA | Kanada | KE | Kenya | RU | Russische Föderation |
| CF | Zentrale Afrikanische Republik | KG | Kirgisistan | SD | Sudan |
| CG | Kongo | KP | Demokratische Volksrepublik Korea | SE | Schweden |
| CH | Schweiz | KR | Republik Korea | SI | Slowenien |
| CI | Côte d'Ivoire | KZ | Kasachstan | SK | Slowakei |
| CM | Kamerun | LI | Liechtenstein | SN | Senegal |
| CN | China | LK | Sri Lanka | TD | Tschad |
| CS | Tschechoslowakei | LU | Luxemburg | TG | Togo |
| CZ | Tschechische Republik | LV | Lettland | TJ | Tadschikistan |
| DE | Deutschland | MC | Monaco | TT | Trinidad und Tobago |
| DK | Dänemark | MD | Republik Moldau | UA | Ukraine |
| ES | Spanien | MG | Madagaskar | US | Vereinigte Staaten von Amerika |
| FI | Finnland | ML | Mali | UZ | Usbekistan |
| FR | Frankreich | MN | Mongolei | VN | Vietnam |

-2-

1 Endogenes NO wird mit Hilfe mindestens drei verschiedener
NO-Synthase-Isoenzyme aus Arginin gebildet (siehe z.B.
J.F.Kerwin, Jr., M.Heller, Med. Res. Rev. 14 (1994), 23).
Sie unterscheiden sich bezüglich ihrer Lokalisation im
5 Organismus, ihrer Regulierbarkeit durch Ca^{2+} /Calmodulin
sowie ihrer Induzierbarkeit durch Endotoxine und Cyto-
kine. Die konstitutiven, calciumabhängigen NO-Synthasen
finden sich beispielsweise in Endothel (Typ III) und im
Gehirn (Typ I) und sind dort in die Regulation von Blut-
10 druck und -gerinnung bzw. in Reizleitungsprozesse invol-
viert. Die cytokin-induzierbare, calciumunabhängige Iso-
form (Typ II) tritt in Macrophagen, Glattmuskelzellen und
und Hepatocyten auf. Sie ist in der Lage, über einen lan-
gen Zeitraum relativ große Mengen NO zu produzieren und
15 wird für entzündliche Prozesse und die zelltoxische Akti-
vität der Macrophagen verantwortlich gemacht.

Ein gestörter NO-Haushalt hat schwerwiegende Erkrankungen
und Schädigungen zur Folge. So führt die exzessive Bil-
20 dung von NO im septischen oder hämorrhagischen Schock zu
massiven pathologischen Blutdruckabfällen. Übersteigerte
NO-Produktion ist an der Entstehung von Typ-1-Diabetes
und Atherosklerose beteiligt und scheint auch für die
glutamatinduzierte Neurotoxizität nach cerebraler Ischä-
25 mie verantwortlich zu sein. Hohe NO-Konzentrationen kön-
nen darüberhinaus durch Desaminierung von Cytosin zu DNA-
Schädigungen führen. Beispiele für Erkrankungen, die
durch einen Mangel an endogenem NO mittelbar oder unmit-
telbar hervorgerufen werden, sind arterieller Bluthoch-
30 druck, Störungen der Hämostase, koronare Herzkrankheit
und die erektile Dysfunktion.

Der Ansatz, eine Modulation der NO-Produktion zur Be-
handlung dieser Krankheitsbilder zu verwenden, wurde bis-

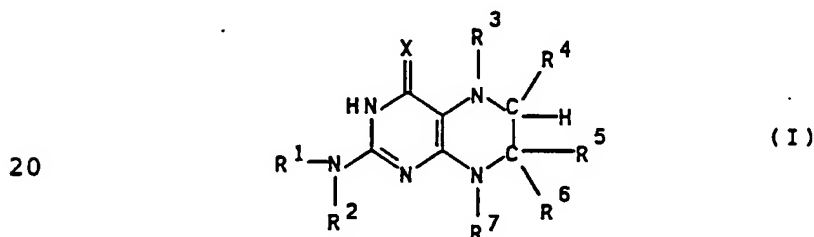
- 1 lang nur mit Hilfe von Arginin-Analoga realisiert
(GB-A-2240041; WO-A-93/13055). Als weitere potentielle
NO-Synthase-Hemmstoffe werden in der Literatur N-Imino-
ethylornithin (McCall et al., Br.J.Pharmacol. 102 (1991),
5 234), Aminoguanidin (T.P.Misko et al, Eur.J.Pharmacol.
233 (1993), 119; EP-A-547588) und 7-Nitroindazol
(P.K.Moore et al, Br.J.Pharmacol. 108 (1993), 296) disku-
tiert.
- 10 Verschiedene Pteridin-Derivate kommen in der Natur vor,
und auch Verwendungen von Pteridin-Derivaten als Pharma-
Wirkstoffe sind beschrieben. So betrifft die EP-B-108 890
den Einsatz von Pteridin-Derivaten zur Behandlung von
Krankheiten, die auf einen Katecholamin-Mangel zurück-
15 gehen, wie etwa der Parkinson'schen Krankheit, und die
Anwendung von Pteridinen zur Behandlung der Phenylketo-
nurie (siehe auch E.C.Bigham et al., Chemistry and
Biology of Pteridines (1986), S.111, Walter de Gruyter &
Co., Berlin, New York); dazu gehören auch bestimmte Ver-
20 bindungen der allgemeinen Formel I, in der X für Sauer-
stoff steht und R¹, R², R³ und R⁷ gleichzeitig für Was-
serstoff stehen. Die Wirkung des natürlich vorkommenden
5,6,7,8-Tetrahydrobiopterins und von Analoga dieser Sub-
stanz auf die NO-Produktion wurde z.B. von Kwon et al.
25 (J.Biol.Chem. 264 (1989), 20496) oder Giovanelli et al.
(Proc.Natl.Acad.Sci. USA 88 (1991), 7091) untersucht.
Danach stimuliert Tetrahydrobiopterin die NO-Produktion
und ist ein Cofaktor der NO-Synthasen. Eine Stimulation
der NO-Produktion wurde auch für das 7,8-Dihydrobiopterin,
30 gefunden. Nach Overfeld et al. (Br.J.Pharmacol.107 (1992),
1008) kann 5,6,7,8-Tetrahydrobiopterin aber auch hemmend
auf die NO-Produktion wirken. Der Effekt ist konzentra-
tionsabhängig.
- 35 Über eine Erhöhung der NO-Synthase-Aktivität durch

-4-

1 6-Methyl-5,6,7,8-tetrahydropterin berichten Hevel und
 Marletta (Biochemistry 31 (1992), 7160). Von Giovanelli
 et al. (loc. cit.) wurde diese nur bei höheren Konzentra-
 tionen beobachtet. Verschiedene andere Pterin-Derivate
 5 zeigten in diesen Untersuchungen keine signifikanten
 Effekte.

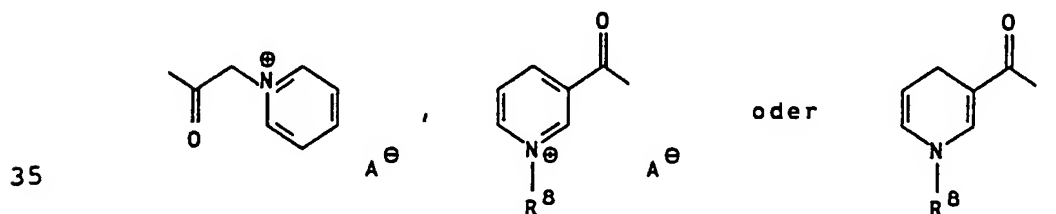
Überraschend wurde nun gefunden, daß Pteridin-Derivate
 der allgemeinen Formel I insbesondere hemmend die endoge-
 10 ne NO-Produktion modulieren und somit als Arzneimittel
 bei Krankheiten geeignet sind, die durch einen überhöhten
 NO-Spiegel charakterisiert sind.

Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist die Verwendung
 15 von Pteridin-Derivaten der allgemeinen Formel I,



in der

- X für O oder NH steht;
 25 R¹ für Wasserstoff, Methyl, (C₁-C₅)-Alkanoyl, Nicotinoyl
 oder (1-Methyl-3-pyridinio)carbonyl steht;
 R² für Wasserstoff oder Methyl steht;
 R³ für Wasserstoff, Methyl, Ethyl, Benzyl, (C₁-C₅)-Alka-
 noyl, unsubstituiertes Benzoyl, substituiertes Ben-
 30 zoyl, Pyridoyl, Thienylcarbonyl, einen der Reste



-5-

- 1 den Rest $R^9R^{9a}N-CO-$, den Rest $R^9R^{9a}N-CS-$, Phenoxy-carbonyl oder Benzyloxycarbonyl steht;
- R^4 für Wasserstoff, (C_2-C_5) -Alkyl, unsubstituiertes Phenyl, substituiertes Phenyl oder den Rest $R^{4a}-CH_2-$
- 5 steht;
- R^{4a} für Wasserstoff, (C_1-C_4) -Alkylmercapto, den Rest $-S(O)_mR^{10}$, wobei m für die Zahlen 1 oder 2 steht, den Rest $-NR^{11}R^{12}$ oder den Rest $-OR^{13}$ steht oder
- R^3 und R^{4a} zusammen für die Gruppierung $-CO-O-$ stehen,
- 10 wobei deren Carbonyl-C-Atom an die 5-Position des Pteridinmoleküls gebunden ist;
- R^5 für Wasserstoff, Methyl oder Phenyl steht;
- R^6 für Wasserstoff oder Methyl steht;
- R^7 für Wasserstoff oder Methyl steht;
- 15 R^8 für (C_1-C_{10}) -Alkyl oder Benzyl steht;
- R^9 für Wasserstoff, (C_1-C_6) -Alkyl, Cyclohexyl, Phenyl oder Benzoyl steht;
- R^{9a} für Wasserstoff, Methyl oder Ethyl steht;
- R^{10} für Methyl steht;
- 20 R^{11} und R^{12} unabhängig voneinander für Wasserstoff oder Methyl stehen;
- R^{13} für Wasserstoff, (C_1-C_{10}) -Alkyl, 2-Methoxyethyl, Phenyl, 3-Phenylpropyl, 3-Cyclohexylpropyl, (C_1-C_5) -Alkanoyl, Hydroxyacetyl, unsubstituiertes oder im
- 25 Alkylteil durch einen Phenylrest substituiertes 2-Amino- (C_2-C_6) -alkanoyl oder $((C_1-C_2)$ -Alkoxy)carbonyl steht;
- A^\ominus für ein pharmakologisch verträgliches Anion steht; und ihrer tautomeren Formen sowie ihrer pharmakologisch
- 30 verträglichen Salze zur Vorbeugung und Behandlung von Krankheiten, die durch einen erhöhten Stickstoffmonoxid-Spiegel bedingt sind.

- 1 Alkylgruppen können geradkettig oder verzweigt sein. Dies
gilt auch, wenn sie in anderen Gruppen, beispielsweise in
Alkoxy-, Alkylmercapto-, Alkoxy-carbonyl- oder Alkanoyl-
gruppen auftreten. Beispiele für Alkylgruppen, die in den
5 erfindungsgemäß zu verwendenden Verbindungen der allge-
meinen Formel als solche, also als (C₁-C₄)-, (C₂-C₅)-,
(C₁-C₆)- oder (C₁-C₁₀)-Alkyl, oder in anderen Gruppen
auftreten können, sind Methyl, Ethyl, n-Propyl, i-Pro-
pyl-, n-Butyl, i-Butyl, sek-Butyl, tert-Butyl, n-Pentyl,
10 3-Methylbutyl, 2,2-Dimethylpropyl, n-Hexyl, n-Heptyl,
n-Octyl, n-Nonyl oder n-Decyl. Beispiele speziell für
(C₁-C₅)-Alkanoyl sind Formyl, Acetyl, Propionyl, n-Buty-
ryl, i-Butyryl, n-Valeroyl, 3-Methyl-n-butyryl oder 2,2-
Dimethylpropionyl. Beispiele für (C₁-C₂)-Alkoxysind
15 Methoxy und Ethoxy. Beispiele für unsubstituierte oder im
Alkylteil durch einen Phenylrest substituiertes 2-Amino-
(C₂-C₆)-alkanoyl sind die entsprechenden Reste der Amino-
säuren Glycin, Alanin, Valin, Leucin, Isoleucin, Norva-
lin, Norleucin, Phenylglycin oder Phenylalanin.
- 20 Substituierte Phenylgruppen und Benzoylgruppen können
ein- oder mehrfach substituiert sein, bevorzugt sind sie
ein- bis dreifach substituiert. Die Substituenten können
sich in beliebigen Positionen befinden, ein einzelner
25 Substituent z.B. in der ortho-, meta- oder para-Position.
Bei Mehrfachsubstitution können die Substituenten gleich
oder verschieden sein. Als Substituenten können bei-
spielsweise vorliegen (C₁-C₄)-Alkyl, (C₁-C₄)-Alkoxy,
Amino, (C₁-C₄)-Alkylamino, Di-((C₁-C₄)-alkyl)amino,
30 (C₁-C₅)-Alkanoylamino, Nitro oder Halogen, wobei nur bis
zu zwei Nitrogruppen zugegen sein können. Halogen ist
beispielsweise Fluor, Chlor, Brom oder Iod.
- Pyridoyl kann 2-, 3- oder 4-Pyridoyl sein, wobei 3-Pyri-
35 doyl (= Nicotinoyl) bevorzugt ist. Thienylcarbonyl kann

1 2- oder 3-Thienylcarbonyl sein.

Beispiele für Säuren der Formel HA, deren Anion in den
erfindungsgemäß zu verwendenden Verbindungen der allge-
5 meinen Formel I vorliegen kann, sind Chlorwasserstoff,
Bromwasserstoff, Iodwasserstoff, Schwefelsäure, Phosphor-
säure, Salpetersäure, Methansulfonsäure, Toluolsulfon-
säure, Essigsäure, Propionsäure, Benzoesäure, Milchsäure,
Weinsäure, Citronensäure, Maleinsäure, Fumarsäure. A^Θ
10 kann aber auch für ein Anion einer anderen unter pharma-
kologischen und pharmazeutischen Aspekten geeigneten an-
organischen oder organischen Säuren stehen und kann, wenn
die Verbindung der allgemeinen Formel I in Form eines
Säureadditionssalzes vorliegt, mit dem durch diese Salz-
15 bildung eingebrachten Anion übereinstimmen oder sich
davon unterscheiden.

Die Verbindungen der allgemeinen Formel I können in ver-
schiedenen tautomeren Formen und in verschiedenen stereo-
20 isomeren Formen vorliegen. Die vorliegende Erfindung
umfaßt nicht nur die Verwendung aller tautomeren Formen,
sondern auch die aller stereoisomeren Formen, also z.B.
die von reinen Enantiomeren, von Enantiomerengemischen
und Racematen, von reinen Diastereomeren und Diastereo-
25 merengemischen oder von cis/trans-Isomeren.

X steht bevorzugt für Sauerstoff.

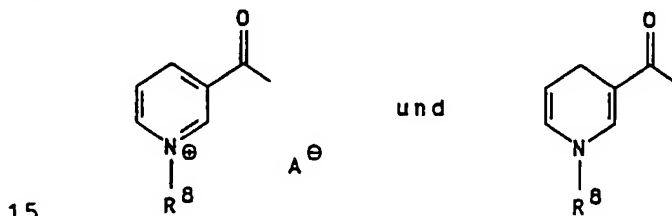
Bevorzugt stehen R¹ und R² gleichzeitig für Wasserstoff
30 oder gleichzeitig für Methyl, oder es steht R² für Was-
serstoff und gleichzeitig R¹ für (C₁-C₅)-Alkanoyl, insbe-
sondere Acetyl, i-Butyryl oder Pivaloyl, oder für Nico-
tinoyl oder (1-Methyl-3-pyridinio)carbonyl. Besonders
bevorzugt stehen R¹ und R² gleichzeitig für Wasserstoff

35

1 oder R^2 für Wasserstoff und gleichzeitig R^1 für i-Butyryl.

R^3 steht bevorzugt für Wasserstoff oder einen Acylrest
 5 oder einen (Thio-)Carbamoylrest. Unter Acylresten sind dabei bevorzugt (C_1-C_5) -Alkanoyl, insbesondere Formyl, Acetyl und Pivaloyl, unsubstituiertes oder ein-, zwei- oder dreifach substituiertes Benzoyl, Thienylcarbonyl, sowie Nicotinoyl und die Reste

10



zu verstehen, wobei R^8 bevorzugt für Methyl, n-Octyl oder Benzyl steht und bevorzugte Substituenten in substituierten Benzoylgruppen Halogen und Methoxy sind. In den Carbamoylresten $R^9R^{9a}N-CO-$ steht R^9 bevorzugt für Wasserstoff, (C_1-C_4) -Alkyl, insbesondere tert-Butyl, sowie Cyclohexyl und Phenyl und gleichzeitig R^{9a} für Wasserstoff, oder es stehen R^9 und R^{9a} gleichzeitig für Methyl. In den Thiocarbamoylresten $R^9R^{9a}N-CS-$ steht R^9 bevorzugt
 25 für Wasserstoff, (C_1-C_4) -Alkyl, insbesondere Methyl und Ethyl, sowie für Phenyl und Benzoyl und gleichzeitig R^{9a} für Wasserstoff. Besonders bevorzugt steht R^3 für Wasserstoff, den N-Phenylthiocarbamoylrest, den unsubstituierten Benzoylrest, den Nicotinoylrest oder einen von letzterem durch Alkylierung oder Benzylierung am Nicotinoylstickstoff abgeleiteten 3-Pyridinocarbonylrest oder
 30 einen in der 1-Position des Pyridinrings alkylierten oder benzylierten 1,4-Dihydro-3-pyridylcarbonylrest.

35

-9-

1 R^4 steht bevorzugt für Wasserstoff, Phenyl, durch eine Acetylaminogruppe, insbesondere durch eine para-ständige Acetylaminogruppe substituiertes Phenyl oder den Rest $R^{4a}-CH_2-$.

5

R^{4a} steht bevorzugt für Wasserstoff oder den Rest $-OR^{13}$. Steht R^4 für Wasserstoff oder steht R^{4a} für Wasserstoff, so ist es besonders bevorzugt, wenn R^3 gleichzeitig für einen Acylrest oder einen (Thio-)Carbamoylrest steht.

10

R^5 steht bevorzugt für Wasserstoff.

R^7 steht bevorzugt für Wasserstoff.

15 R^{9a} steht bevorzugt für Wasserstoff.

R^{13} steht bevorzugt für Wasserstoff, (C_1-C_{10}) -Alkyl oder einen Acylrest, insbesondere (C_1-C_5) -Alkanoyl oder unsubstituiertes oder im Alkylteil durch einen Phenylrest substituiertes 2-Amino- (C_2-C_6) -alkanoyl. Besonders bevorzugt steht R^{13} für (C_1-C_{10}) -Alkyl oder (C_1-C_5) -Alkanoyl, speziell Acetyl. Steht R^{13} für (C_1-C_{10}) -Alkyl, so sind n-Alkylreste sowie i-Propyl, i-Butyl und tert-Butyl bevorzugt.

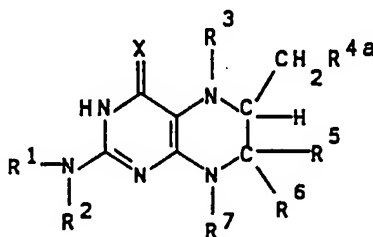
25

Bevorzugt ist die Verwendung von Verbindungen der allgemeinen Formel I, in der einer oder mehrere Substituenten bevorzugte Bedeutungen haben. Bevorzugt ist weiterhin die Verwendung von Pteridin-Derivaten der allgemeinen Formel

30

Ia,

35



(Ia)

-10-

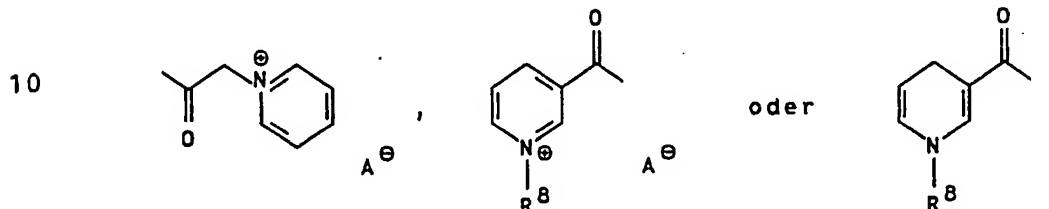
1 in der

X für O oder NH steht;

R^1 für Wasserstoff, Methyl, (C_1-C_5) -Alkanoyl, Nicotinoyl oder (1-Methyl-3-pyridinio)carbonyl steht;

5 R^2 für Wasserstoff oder Methyl steht;

R^3 für Wasserstoff, Methyl, Ethyl, Benzyl, (C_1-C_5) -Alkanoyl, Benzoyl, Nicotinoyl, einen der Reste



15 den Rest $R^9NH-CO-$, den Rest $R^9NH-CS-$ oder Benzyloxy-carbonyl steht;

R^{4a} für Wasserstoff, (C_1-C_4) -Alkylmercapto, den Rest $-S(O)_mR^{10}$, wobei m für die Zahlen 1 oder 2 steht, den Rest $-NR^{11}R^{12}$ oder den Rest $-OR^{13}$ steht oder

20 R^3 und R^{4a} zusammen für die Gruppierung $-CO-O-$ stehen, wobei deren Carbonyl-C-Atom an die 5-Position des Pteridinmoleküls gebunden ist;

R^5 und R^6 unabhängig voneinander für Wasserstoff oder Methyl stehen;

25 R^7 für Wasserstoff oder Methyl steht;

R^8 für (C_1-C_{10}) -Alkyl oder Benzyl steht;

R^9 für Wasserstoff, (C_1-C_6) -Alkyl, Cyclohexyl, Phenyl oder Benzoyl steht;

R^{10} für Methyl steht;

30 R^{11} und R^{12} unabhängig voneinander für Wasserstoff oder Methyl stehen;

R^{13} für Wasserstoff, (C_1-C_{10}) -Alkyl, 2-Methoxyethyl,

35

-11-

- 1 Phenyl, 3-Phenylpropyl, 3-Cyclohexylpropyl, (C₁-C₅)-
Alkanoyl, Hydroxyacetyl, unsubstituiertes oder im
Alkylteil durch einen Phenylrest substituiertes
2-Amino-(C₂-C₆)-alkanoyl oder ((C₁-C₂)-Alkoxy)carbo-
5 nyl steht;
A^Θ für ein pharmakologisch verträgliches Anion steht;
und ihrer tautomeren Formen sowie ihrer pharmakologisch
verträglichen Salze zur Vorbeugung und Behandlung von
Krankheiten, die durch einen erhöhten Stickstoffmonoxid-
10 Spiegel bedingt sind.

Besonders bevorzugt erfindungsgemäß zu verwendende Ver-
bindungen der allgemeinen Formel I sind diejenigen, in
denen R¹, R², R³, R⁵, R⁶ und R⁷ gleichzeitig für Wasser-
15 stoff stehen und R⁴ für den Rest R^{4a}-CH₂- steht und darin
R^{4a} für eine Aminogruppe, eine Methylaminogruppe, eine
Dimethylaminogruppe, eine (C₁-C₁₀)-Alkyloxygruppe oder
eine Acetoxygruppe steht. Besonders bevorzugt zu verwen-
den sind weiterhin diejenigen, in denen R², R⁴, R⁵, R⁶
20 und R⁷ gleichzeitig für Wasserstoff stehen, R¹ für Was-
serstoff oder Isobutyryl steht und R³ für einen Acylrest
oder einen (Thio-)Carbamoylrest steht. Eine weitere
Gruppe besonders bevorzugt zu verwendender Verbindungen
der allgemeinen Formel I sind solche, in denen R², R⁶ und
25 R⁷ gleichzeitig für Wasserstoff stehen, R¹ für Wasser-
stoff oder Isobutyryl steht, R³ für einen Acylrest steht,
R⁴ für Phenyl oder durch eine Acetylaminogruppe, insbe-
sondere eine para-ständige Acetylaminogruppe, substi-
tuiertes Phenyl steht und R⁵ für Wasserstoff oder Phenyl
30 steht.

Die Verbindungen der allgemeinen Formel I sind bekannt
und können nach oder analog zu bekannten Verfahren herge-
stellt werden. Bekannte Synthesemethoden für Pteridin-
35 Derivate der allgemeinen Formel I sind z.B. die Methode

- 1 von Gabriel-Isay oder die Taylor-Methode (siehe z.B.
D.J.Brown, Fused Pyrimidines III, Pteridines (E.C.Taylor
und A.Weissberger (Ed.), Wiley & Sons, New York)). Im
einzelnen ist die Herstellung von Verbindungen der allge-
5 meinen Formel I z.B. beschrieben in der EP-A-108 890, in
der Dissertationsschrift von Hermann Michael Traub
(Dissertation der Universität Konstanz, Deutschland
(1987)), oder in J. Med. Chem. 30 (1987), 40.
- 10 Die erfindungsgemäß zu verwendenden Verbindungen der
allgemeinen Formel I können mit anorganischen oder orga-
nischen Säuren Salze bilden. Geeignete Säuren für die
Bildung pharmakologisch annehmbarer Säureadditionssalze
sind beispielsweise: Chlorwasserstoff, Bromwasserstoff,
15 Naphthalindisulfonsäuren, insbesondere Naphthalindisul-
fonsäure(1,5), Phosphor-, Salpeter-, Schwefel-, Oxal-,
Milch-, Wein-, Essig-, Salicyl-, Benzoe-, Ameisen-, Pro-
pion-, Pivalin-, Diethylelessig-, Malon-, Bernstein-,
Pimelin-, Fumar-, Malein-, Apfel-, Sulfamin-, Phenylpro-
20 pion-, Glucon-, Ascorbin-, Isonicotin-, Methansulfon-,
p-Toluolsulfon-, Zitronen- oder Adipinsäure. Die Verbin-
dungen der allgemeinen Formel I können ein oder mehrere,
z.B. zwei oder drei, insbesondere zwei, Säureäquivalente
addieren. Die Säureadditionssalze können wie üblich durch
25 Vereinigung der Komponenten, zweckmäßigerweise in einem
geeigneten Lösungs- oder Verdünnungsmittel, hergestellt
werden. Durch Anionenaustausch können Säureadditionssalze
ineinander überführt werden. A^Θ kann ebenso für ein
Anion einer der genannten Säuren stehen. Verbindungen der
30 allgemeinen Formel I, die saure Gruppen enthalten, können
mit anorganischen oder organischen Basen Salze bilden.
Beispielsweise für solche Salze sind z.B. Alkalimetall-
salze, insbesondere Natrium- und Kaliumsalze, oder Ammo-
niumsalze, insbesondere solche mit organischen Resten am
35 Ammoniumstickstoff.

1

Die Hemmung der NO-Freisetzung durch die Verbindungen der allgemeinen Formel I kann durch einen Aktivitätsassay bestimmt werden, der auf Arbeiten von Bredt und Snyder sowie Schmidt et al. basiert (s. D.S.Bredt und S.S. Snyder, Isolation of nitric oxide synthase, a calmodulin-requiring enzyme, Proc.Natl.Acad.Sci. USA 87 (1990), 682; H.H.H.W.Schmidt et al., Purification of a soluble isoform of guanylyl cyclase-activating factor synthase, Proc. Natl.Acad.Sci. USA 88 (1991), 365). Hierbei wird für gereinigte NO-Synthase (NOS) das bei der NO-Bildung anfallende Coprodukt L-Citrullin quantitativ erfaßt. Dies geschieht durch den Einsatz von ^3H -radiomarkiertem L-Arginin als Substrat der Enzymreaktion, das zu ^3H -L-Citrullin und NO umgesetzt wird. Nach Beendigung der Enzyminkubation wird entstandenes L-Citrullin von unverbrauchtem L-Arginin mittels Ionenaustauschchromatographie aus dem Reaktionsgemisch entfernt; die durch Flüssigkeitsszintillationsmessung ermittelte ^3H -Aktivität entspricht dann der Menge an L-Citrullin. Einzelheiten der Durchführung sind weiter unten angegeben.

Krankheiten, die durch einen erhöhten NO-Spiegel entstehen und die somit erfindungsgemäß mit den Verbindungen der allgemeinen Formel I behandelt werden können bzw. denen mit diesen vorgebeugt werden kann, sind insbesondere pathologische Blutdruckabfälle, wie sie beim septischen oder hämorrhagischen Schock, bei der Tumor- bzw. Krebstherapie mit Cytokinen oder bei der Leberzirrhose auftreten. Des weiteren entzündliche Erkrankungen, wie rheumatoide Arthritis und insbesondere Colitis ulcerosa, sowie Insulin-abhängiger Diabetes mellitus und Transplantat-Abstoßungsreaktionen.

Aber auch die folgenden Erkrankungen stehen im Zusammen-

- 1 hang mit einer gesteigerten Produktion von Stickstoff-
monoxid und können erfindungsgemäß behandelt bzw. vorge-
beugt werden. Im Bereich Herz-Kreislauf sind dies Arte-
riosklerose, postischämische Gewebeschäden und Infarkt-
5 schäden, Reperfusionsschäden, Myokarditis auf der Grund-
lage einer Cocksackie-Virus-Infektion und Kardiomyopathie;
im Bereich Nervensystem/Zentrales Nervensystem Neuritiden
unterschiedlicher Ätiogenese (Neuritisformen), Enzepha-
lomyelitiden, virale neurodegenerative Erkrankungen,
10 Morbus Alzheimer, Hyperalgesie, Epilepsie und Migräne; im
Bereich Niere akutes Nierenversagen sowie Nephritiden
unterschiedlicher Ätiogenese, speziell Glomerulonephri-
tis.
- 15 Außerdem sind auch Behandlungen im Bereich des Magens und
des Uterus/der Plazenta sowie eine Beeinflussung der
Motilität der Spermien Anwendungsgebiete für die Verbin-
dungen der allgemeinen Formel I.
- 20 Die Verbindungen der allgemeinen Formel I und ihre phar-
makologisch annehmbaren Salze können als Hilfsstoffe in
biochemischen und pharmakologischen Untersuchungen in der
Forschung und in Diagnoseverfahren eingesetzt werden, und
sie können am Tier, bevorzugt am Säugetier, und insbeson-
25 dere am Menschen als Heilmittel für sich allein, in Mi-
schungen untereinander oder in Form von pharmazeutischen
Zubereitungen verabreicht werden, die eine enterale oder
parenterale Anwendung gestatten und die als aktiven Be-
standteil eine wirksame Dosis mindestens einer Verbindung
30 der allgemeinen Formel I oder eines Salzes davon, neben
üblichen pharmazeutisch einwandfreien Träger- und
Zusatzstoffen, enthalten.
- Die Heilmittel können oral, z.B. in Form von Pillen, Tab-
35 letten, Lacktabletten, Dragees, Hart- und Weichgelatine-

1 kapseln, Lösungen, Sirupen, Emulsionen oder Suspensionen
oder Aerosolmischungen verabreicht werden. Die Verabrei-
chung kann aber auch rektal, z.B. in Form von Supposito-
rien, oder parenteral, z.B. in Form von Injektionslösun-
5 gen oder Infusionslösungen, oder perkutan, z.B. in Form
von Salben oder Tinkturen, erfolgen.

Die pharmazeutischen Präparate können neben den Wirk- und
Trägerstoffen noch Zusatzstoffe, wie z.B. Füllstoffe,
10 Streck-, Spreng-, Binde-, Gleit-, Netz-, Stabilisie-
rungs-, Emulgier-, Konservierungs-, Süß-, Färbe-, Ge-
schmacks- oder Aromatisierungs-Mittel, Puffersubstanzen,
ferner Lösungsmittel oder Lösungsvermittler oder Mittel
zur Erzielung eines Depoteffekts, sowie Salze zur Ver-
15 änderung des osmotischen Drucks, Überzugsmittel oder
Antioxidantien enthalten. Sie können auch zwei oder meh-
rere Verbindungen der allgemeinen Formel I oder ihrer
pharmakologisch annehmbaren Salze und noch andere thera-
peutisch wirksame Stoffe enthalten.

20 Derartige andere therapeutisch wirksame Substanzen sind
beispielsweise: β -Rezeptorenblocker, wie z.B. Propran-
olol, Pindolol, Metoprolol; Vasodilatoren, wie z.B.
Carbocromen; Beruhigungsmittel, wie z.B. Barbitursäure-
25 derivate, 1,4-Benzodiazepine und Meprobamat; Diuretica,
wie z.B. Chlorothiazid; das Herz tonisierende Mittel, wie
z.B. Digitalispräparate; blutdrucksenkende Mittel, wie
z.B. Hydralazin, Dihydralazin, Ramipril, Prazosin, Cloni-
din, Rauwolfia-Alkaloide; Mittel, die den Fettsäurespie-
30 gel im Blut senken, wie z.B. Bezafibrat, Fenofibrat;
Mittel für die Thromboseprophylaxe, wie z.B. Phenprocou-
mon; entzündungshemmende Substanzen, wie etwa Cortico-
steroiden, Salicylate oder Propionsäurederivate, wie bei-
spielsweise Ibuprofen; Antibiotika, wie z.B. Penicilline
35 oder Cephalosporine; NO-Donoren, wie z.B. organische

1 Nitrate oder Sydnonimine oder Furoxane.

Die Dosierung kann innerhalb weiter Grenzen variieren und ist in jedem einzelnen Fall den individuellen Gegebenheiten anzupassen. Im allgemeinen ist bei oraler Verabreichung pro menschlichem Individuum eine Tagesdosis von etwa 0,5 bis 100 mg, vorzugsweise 1 bis 20 mg, angemessen. Auch bei anderen Applikationsformen liegt die Tagesdosis, in ähnlichen Mengenbereichen, d.h. im allgemeinen ebenfalls bei 0,5 bis 100 mg/Mensch. Die Tagesdosis kann in mehrere, z.B. 2 bis 4, Teilverabreichungen aufgeteilt werden.

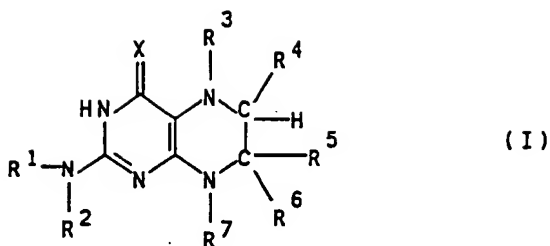
Zur Herstellung der pharmazeutischen Präparate können pharmazeutisch inerte anorganische oder organische Trägerstoffe verwendet werden. Für die Herstellung von Pillen, Tabletten, Dragees und Hartgelatine kapseln kann man z.B. Lactose, Maisstärke oder Derivate davon, Talk, Stearinsäure oder deren Salze etc. verwenden. Trägerstoffe für Weichgelatine kapseln und Suppositorien sind z.B. Fette, Wachse, halbfeste und flüssige Polyole, natürliche oder gehärtete Öle etc. Als Trägerstoffe für die Herstellung von Lösungen und Sirupen eignen sich z.B. Wasser, Saccharose, Invertzucker, Glukose, Polyole etc. Als Trägerstoffe für die Herstellung von Injektionslösungen eignen sich z.B. Wasser, Alkohole, Glyzerin, Polyole oder pflanzliche Öle.

Für verschiedene Pteridin-Derivate der allgemeinen Formel I sind bisher keine pharmakologischen Wirkungen oder medizinischen Verwendungen bekannt gewesen. Für solche Verbindungen gibt die vorliegende Erfindung die erste medizinische Indikation an. Gegenstand der vorliegenden Erfindung sind auch Pteridin-Derivaten der allgemeinen Formel I,

-17-

1

5



in der

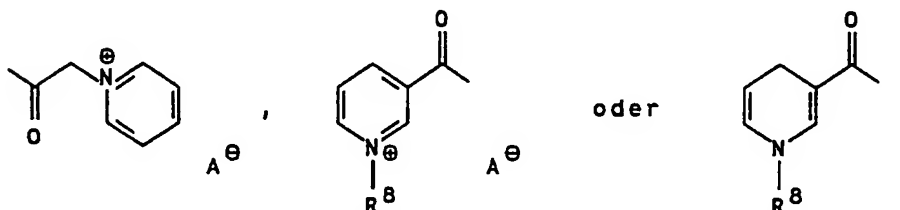
X für O oder NH steht;

10 R^1 für Wasserstoff, Methyl, (C_1-C_5) -Alkanoyl, Nicotinoyl oder (1-Methyl-3-pyridinio)carbonyl steht;

 R^2 für Wasserstoff oder Methyl steht;

15 R^3 für Wasserstoff, Methyl, Ethyl, Benzyl, (C_1-C_5) -Alkanoyl, unsubstituiertes Benzoyl, substituiertes Benzoyl, Pyridoyl, Thienylcarbonyl, einen der Reste

20



25 R^4 für Wasserstoff, (C_2-C_5) -Alkyl, unsubstituiertes Phenyl, substituiertes Phenyl oder den Rest $R^{4a}-CH_2-$ steht;

30 R^{4a} für Wasserstoff, (C_1-C_4) -Alkylmercapto, den Rest $-S(O)_m R^{10}$, wobei m für die Zahlen 1 oder 2 steht, den Rest $-NR^{11}R^{12}$ oder den Rest $-OR^{13}$ steht oder

35

- 1 R^3 und R^{4a} zusammen für die Gruppierung $-CO-O-$ stehen, wobei deren Carbonyl-C-Atom an die 5-Position des Pteridinmoleküls gebunden ist;
- R^5 für Wasserstoff, Methyl oder Phenyl steht;
- 5 R^6 für Wasserstoff oder Methyl steht;
- R^7 für Wasserstoff oder Methyl steht;
- R^8 für (C_1-C_{10}) -Alkyl oder Benzyl steht;
- R^9 für Wasserstoff, (C_1-C_6) -Alkyl, Cyclohexyl, Phenyl oder Benzoyl steht;
- 10 R^{9a} für Wasserstoff, Methyl oder Ethyl steht;
- R^{10} für Methyl steht;
- R^{11} und R^{12} unabhängig voneinander für Wasserstoff oder Methyl stehen;
- R^{13} für Wasserstoff, (C_1-C_{10}) -Alkyl, 2-Methoxyethyl, Phenyl, 3-Phenylpropyl, 3-Cyclohexylpropyl, (C_1-C_5) -Alkanoyl, Hydroxyacetyl, unsubstituiertes oder im Alkylteil durch einen Phenylrest substituiertes 2-Amino- (C_2-C_6) -alkanoyl oder $((C_1-C_2)$ -Alkoxy)carbo-
- 15 nyl steht;
- 20 A^\ominus für ein pharmakologisch verträgliches Anion steht; und ihrer tautomeren Formen sowie ihrer pharmakologisch verträglichen Salze, wobei aber, wenn X für Sauerstoff und gleichzeitig R^4 für den Rest $R^{4a}-CH_2-$ steht, mindestens einer der Substituenten R^1 , R^2 , R^3 und R^7 eine
- 25 andere Bedeutung als Wasserstoff hat, als pharmakologische Wirkstoffe.

Die folgenden Beispiele geben Verbindungen der allgemeinen Formel I an, die erfindungsgemäß eingesetzt werden können. In der Rubrik "Salz" ist angegeben, wieviel Mol Säure und wieviel Mol Kristallwasser gegebenenfalls pro Mol Wirkstoff in den Pteridin-Derivaten der allgemeinen Formel I vorlagen. In den Beispielen werden folgende Abkürzungen verwendet:

30

-19-

1 Me = Methyl
 Et = Ethyl
 iPr = Isopropyl
 iBu = Isobutyl
5 tBu = tert-Butyl
 Ph = Phenyl
 Py = 3-Pyridyl

10

15

20

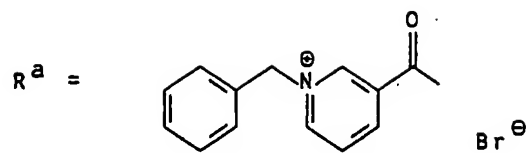
25

30

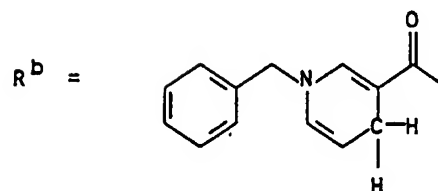
35

-20-

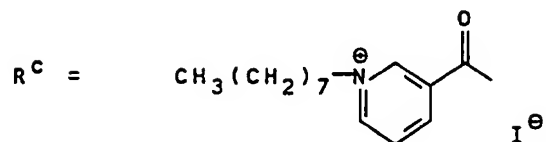
1



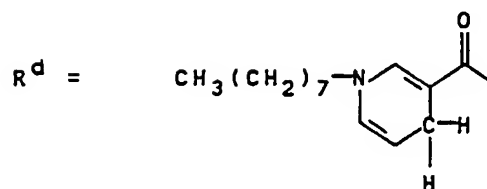
5



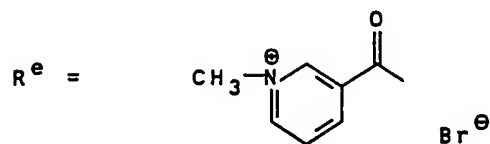
10



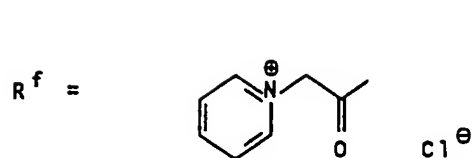
15



20



25



30

35

1

Beispiel 1

$X = O$ $R^1 = H$ $R^2 = H$ $R^5 = Me$ $R^6 = H$ $R^7 = H$
 $R^3 = H$ $R^4 = Me$

5

Beispiel 2

$X = O$ $R^1 = H$ $R^2 = H$ $R^5 = H$ $R^6 = H$ $R^7 = Me$
 $R^3 = H$ $R^4 = Me$

10

Beispiel 3

$X = O$ $R^1 = H$ $R^2 = H$ $R^5 = H$ $R^6 = H$ $R^7 = Me$
 $R^3 = CHO$ $R^4 = Me$

15

Beispiel 4

$X = O$ $R^1 = H$ $R^2 = H$ $R^5 = Me$ $R^6 = H$ $R^7 = Me$
 $R^3 = CHO$ $R^4 = Me$

20

Beispiel 5

$X = O$ $R^1 = H$ $R^2 = H$ $R^5 = Me$ $R^6 = H$ $R^7 = H$
 $R^3 = CONH_2$ $R^4 = Me$
 Salz: $0,5H_2O$ Schmp. $257^\circ C$

25

Beispiel 6

$X = O$ $R^1 = H$ $R^2 = H$ $R^5 = Me$ $R^6 = H$ $R^7 = H$
 $R^3 = CSNHMe$ $R^4 = Me$
 Salz: $1,5H_2O$ Schmp. $195^\circ C$

30

Beispiel 7

$X = O$ $R^1 = H$ $R^2 = H$ $R^5 = Me$ $R^6 = H$ $R^7 = H$
 $R^3 = CSNHPh$ $R^4 = Me$
 Salz: $2H_2O$ Schmp. $239^\circ C$

35

Beispiel 8

$X = O$ $R^1 = H$ $R^2 = H$ $R^5 = Me$ $R^6 = H$ $R^7 = H$
 $R^3 = CSNHet$ $R^4 = Me$
 Salz: $2H_2O$ Schmp. $202^\circ C$

-22-

1 Beispiel 9

$X = O$ $R^1 = H$ $R^2 = H$ $R^5 = Me$ $R^6 = H$ $R^7 = H$
 $R^3 = CSNHCOPh$ $R^4 = Me$
 Salz: $0,5 H_2O$ Schmp. $229^\circ C$

5

Beispiel 10

$X = O$ $R^1 = H$ $R^2 = H$ $R^5 = Me$ $R^6 = H$ $R^7 = H$
 $R^3 = CONHPh$ $R^4 = Me$
 Salz: $1H_2O$ Schmp. $197^\circ C$ (Zers.)

10

Beispiel 11

$X = O$ $R^1 = H$ $R^2 = H$ $R^5 = Me$ $R^6 = H$ $R^7 = H$
 $R^3 = CONHtBu$ $R^4 = Me$
 Salz: $1H_2O$ Schmp. $260^\circ C$ (Zers.)

15

Beispiel 12

$X = O$ $R^1 = H$ $R^2 = H$ $R^5 = Me$ $R^6 = H$ $R^7 = H$
 $R^3 = CONH-Cyclohexyl$ $R^4 = Me$
 Salz: $1H_2O$ Schmp. $242^\circ C$

20

Beispiel 13

$X = O$ $R^1 = H$ $R^2 = H$ $R^5 = Me$ $R^6 = H$ $R^7 = H$
 $R^3 = COPh$ $R^4 = Me$
 Schmp. $>320^\circ C$

25

Beispiel 14

$X = O$ $R^1 = H$ $R^2 = H$ $R^5 = Me$ $R^6 = H$ $R^7 = H$
 $R^3 = COPy$ $R^4 = Me$
 Schmp. $295^\circ C$

30

Beispiel 15

$X = O$ $R^1 = H$ $R^2 = H$ $R^5 = Me$ $R^6 = H$ $R^7 = H$
 $R^3 = R^a$ $R^4 = Me$
 Salz: $0,5H_2O$ Schmp. $275^\circ C$

35

1 Beispiel 16

$X = O$ $R^1 = H$ $R^2 = H$ $R^5 = Me$ $R^6 = H$ $R^7 = H$
 $R^3 = R^b$ $R^4 = Me$
 Schmp. 255°C

5

Beispiel 17

$X = O$ $R^1 = H$ $R^2 = H$ $R^5 = H$ $R^6 = H$ $R^7 = H$
 $R^3 = R^b$ $R^4 = Me$
 Salz: $1H_2O$ Schmp. 232°C

10

Beispiel 18

$X = O$ $R^1 = H$ $R^2 = H$ $R^5 = Me$ $R^6 = H$ $R^7 = H$
 $R^3 = R^c$ $R^4 = Me$
 Salz: $0,5H_2O$ Schmp. 180°C

15

Beispiel 19

$X = O$ $R^1 = H$ $R^2 = H$ $R^5 = H$ $R^6 = H$ $R^7 = H$
 $R^3 = COPy$ $R^4 = Me$
 Salz: $1H_2O$ Schmp. 265-270°C

20

Beispiel 20

$X = O$ $R^1 = H$ $R^2 = H$ $R^5 = H$ $R^6 = H$ $R^7 = H$
 $R^3 = R^c$ $R^4 = Me$
 Schmp. 206-208°C

25

Beispiel 21

$X = O$ $R^1 = H$ $R^2 = H$ $R^5 = Me$ $R^6 = H$ $R^7 = H$
 $R^3 = R^d$ $R^4 = Me$
 Schmp. >200°C (Zers.)

30

Beispiel 22

$X = O$ $R^1 = COiPr$ $R^2 = H$ $R^5 = Me$ $R^6 = H$
 $R^7 = H$ $R^3 = COPy$ $R^4 = Me$
 Schmp. >300°C

35

1 Beispiel 23

$X = O$ $R^1 = \text{COPy}$ $R^2 = H$ $R^5 = \text{Me}$ $R^6 = H$
 $R^7 = H$ $R^3 = \text{COPy}$ $R^4 = \text{Me}$

Schmp. 325°C

5

Beispiel 24

$X = O$ $R^1 = \text{Me}$ $R^2 = \text{Me}$ $R^5 = \text{Me}$ $R^6 = H$ $R^7 = H$
 $R^3 = H$ $R^4 = \text{Me}$

Salz: 2HCl

Schmp. >300°C

10

Beispiel 25

$X = O$ $R^1 = \text{Me}$ $R^2 = \text{Me}$ $R^5 = \text{Me}$ $R^6 = H$ $R^7 = H$
 $R^3 = \text{COPy}$ $R^4 = \text{Me}$

Schmp. 315°C (Zers.)

15

Beispiel 26

$X = O$ $R^1 = \text{Me}$ $R^2 = \text{Me}$ $R^5 = \text{Me}$ $R^6 = H$ $R^7 = H$
 $R^3 = R^e$ $R^4 = \text{Me}$

Schmp. 238-240°C

20

Beispiel 27

$X = O$ $R^1 = \text{Me}$ $R^2 = \text{Me}$ $R^5 = \text{Me}$ $R^6 = H$ $R^7 = H$
 $R^3 = R^a$ $R^4 = \text{Me}$

Salz: 0,5H₂O

Schmp. 271°C

25

Beispiel 28

$X = O$ $R^1 = R^e$ $R^2 = H$ $R^5 = \text{Me}$ $R^6 = H$
 $R^7 = H$ $R^3 = R^e$ $R^4 = \text{Me}$

Schmp. 250°C (Zers.)

30

Beispiel 29

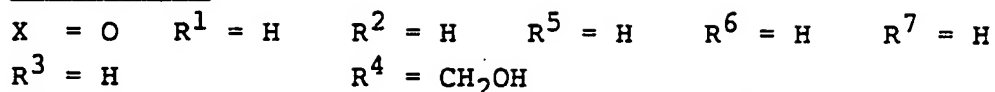
$X = O$ $R^1 = \text{COiPr}$ $R^2 = H$ $R^5 = \text{Me}$ $R^6 = H$
 $R^7 = H$ $R^3 = R^a$ $R^4 = \text{Me}$

Salz: 0,5H₂O

Schmp. 251°C

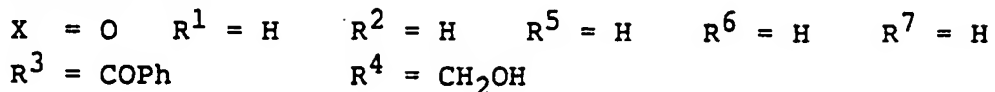
35

-25-

1 Beispiel 30Salz: 2HCl+0,5H₂O

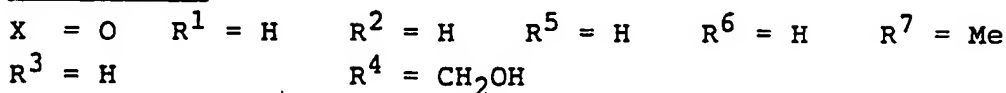
Schmp. 238-240°C (Zers.)

5

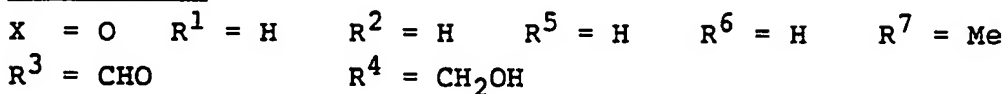
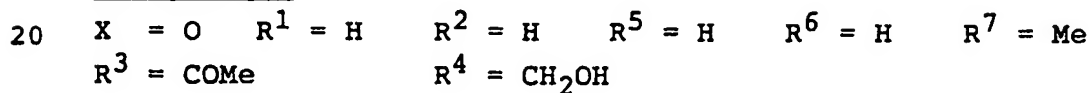
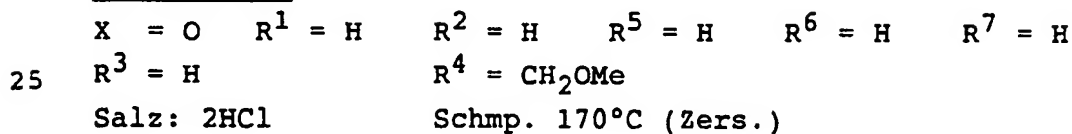
Beispiel 31

Schmp. 246°C (Zers.)

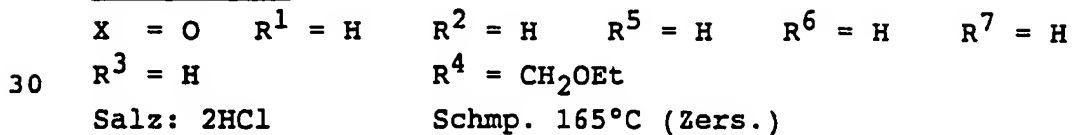
10

Beispiel 32

15

Beispiel 33Beispiel 34Beispiel 35

25

Beispiel 36

30

35

1 Beispiel 37

$X = O$ $R^1 = H$ $R^2 = H$ $R^5 = H$ $R^6 = H$ $R^7 = H$
 $R^3 = H$ $R^4 = CH_2OiPr$
 Salz: 2HCl Schmp. 219-221°C (Zers.)

5

Beispiel 38

$X = O$ $R^1 = H$ $R^2 = H$ $R^5 = H$ $R^6 = H$ $R^7 = H$
 $R^3 = H$ $R^4 = CH_2OiBu$
 Salz: 2HCl+0,5H₂O Schmp. 232-234°C (Zers.)

10

Beispiel 39

$X = O$ $R^1 = H$ $R^2 = H$ $R^5 = H$ $R^6 = H$ $R^7 = H$
 $R^3 = H$ $R^4 = CH_2O-n-Butyl$

15 Beispiel 40

$X = O$ $R^1 = H$ $R^2 = H$ $R^5 = H$ $R^6 = H$ $R^7 = H$
 $R^3 = H$ $R^4 = CH_2OtBu$

20 Beispiel 41

$X = O$ $R^1 = H$ $R^2 = H$ $R^5 = H$ $R^6 = H$ $R^7 = H$
 $R^3 = H$ $R^4 = CH_2O-n-Pentyl$

25 Beispiel 42

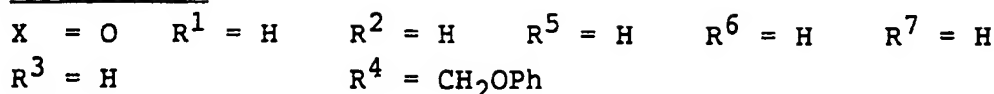
$X = O$ $R^1 = H$ $R^2 = H$ $R^5 = H$ $R^6 = H$ $R^7 = H$
 $R^3 = H$ $R^4 = CH_2O-n-Octyl$

30 Beispiel 43

$X = O$ $R^1 = H$ $R^2 = H$ $R^5 = H$ $R^6 = H$ $R^7 = H$
 $R^3 = H$ $R^4 = CH_2O-n-Decyl$
 Salz: 2HCl Schmp. 180°C

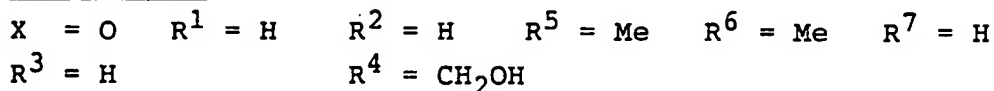
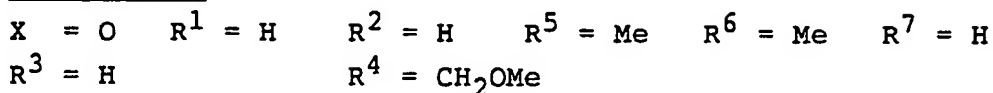
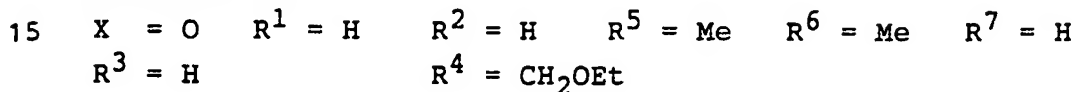
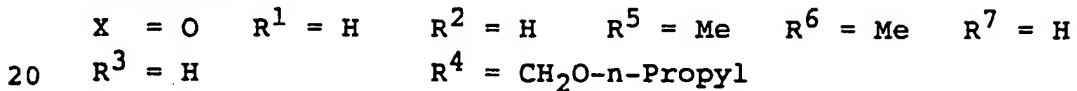
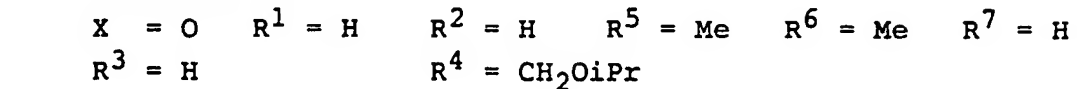
35 Beispiel 44

$X = O$ $R^1 = H$ $R^2 = H$ $R^5 = H$ $R^6 = H$ $R^7 = H$
 $R^3 = H$ $R^4 = CH_2OCH_2CH_2OMe$
 Salz: 2HCl Schmp. 221-222°C

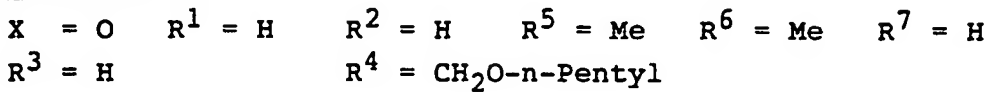
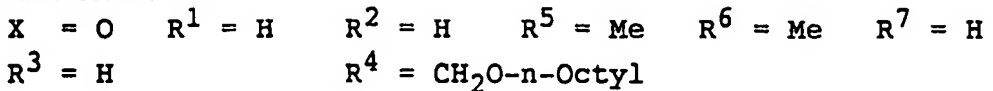
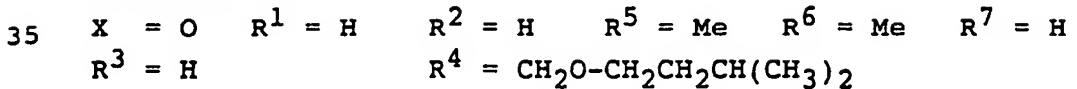
1 Beispiel 45Salz: 2HCl+0,25H₂O

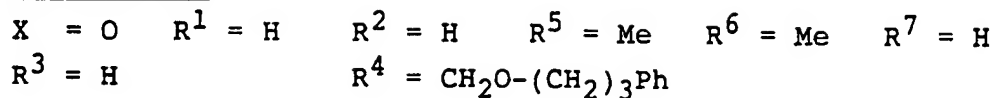
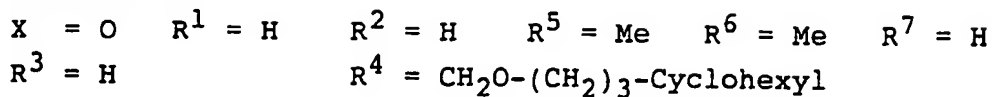
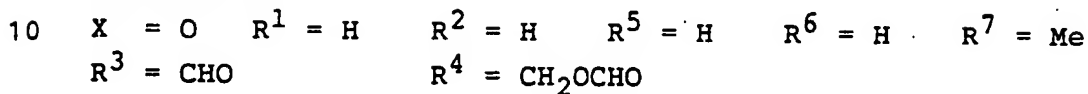
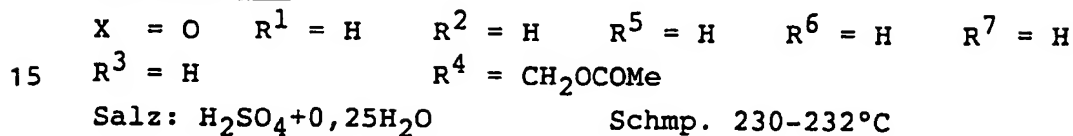
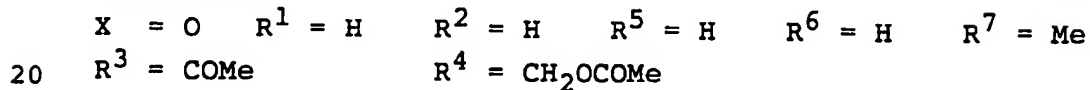
Schmp. 254-256°C (Zers.)

5

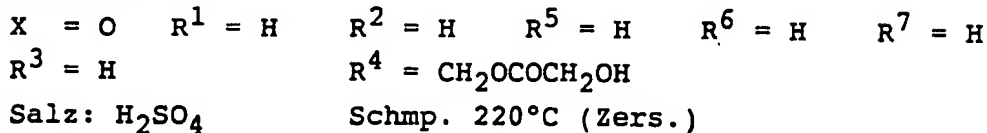
Beispiel 4610 Beispiel 47Beispiel 48Beispiel 49Beispiel 50

25

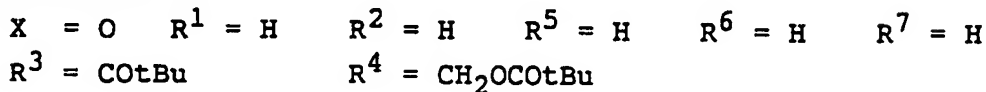
Beispiel 5130 Beispiel 52Beispiel 53

1 Beispiel 545 Beispiel 55Beispiel 56Beispiel 57Beispiel 58Beispiel 59

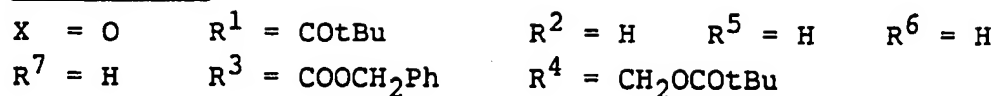
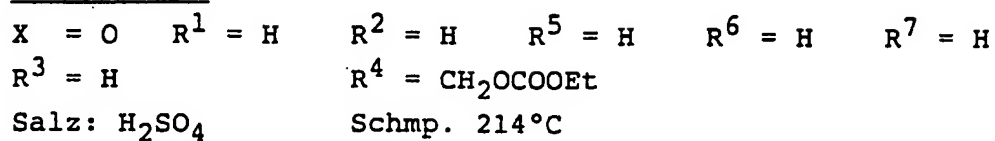
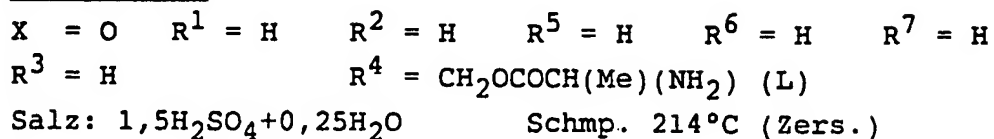
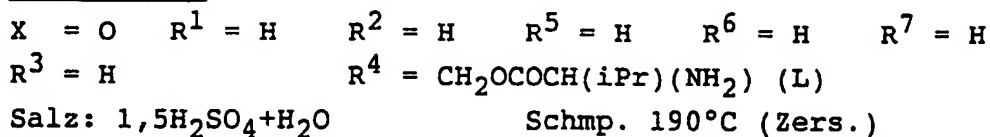
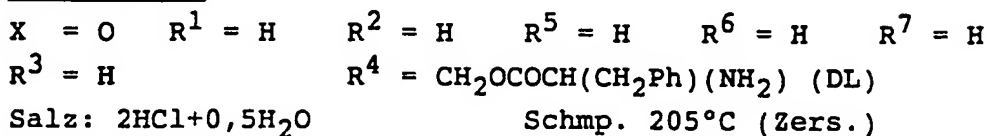
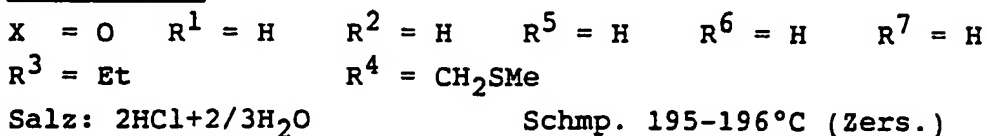
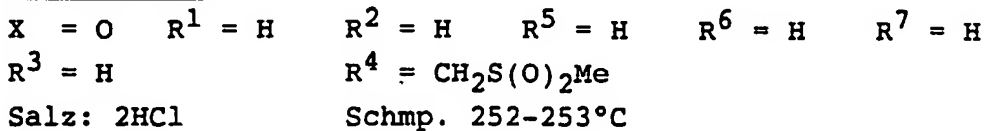
25

Beispiel 60

30

Beispiel 61

35

1 Beispiel 625 Beispiel 6310 Beispiel 6415 Beispiel 6520 Beispiel 6625 Beispiel 6730 Beispiel 68

-30-

1 Beispiel 69

$X = O$ $R^1 = H$ $R^2 = H$ $R^5 = H$ $R^6 = H$ $R^7 = H$
 $R^3 = H$ $R^4 = CH_2NH_2$
 Salz: 3HCl Schmp. 264-265°C (Zers.)

5

Beispiel 70

$X = O$ $R^1 = H$ $R^2 = H$ $R^5 = H$ $R^6 = H$ $R^7 = H$
 $R^3 = H$ $R^4 = CH_2NHMe$
 Salz: 3HCl Schmp. 273-274°C (Zers.)

10

Beispiel 71

$X = O$ $R^1 = H$ $R^2 = H$ $R^5 = H$ $R^6 = H$ $R^7 = H$
 $R^3 = H$ $R^4 = CH_2NMe_2$
 Salz: 3HCl+0,5H₂O Schmp. 224-225°C

15

Beispiel 72

$X = NH$ $R^1 = H$ $R^2 = H$ $R^5 = H$ $R^6 = H$ $R^7 = H$
 $R^3 = H$ $R^4 = CH_2OH$

20

Beispiel 73

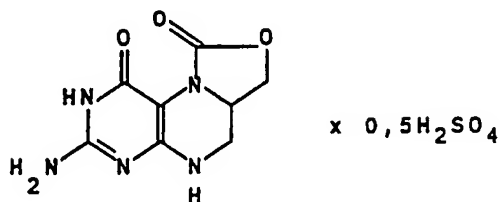
$X = NH$ $R^1 = H$ $R^2 = H$ $R^5 = H$ $R^6 = H$ $R^7 = H$
 $R^3 = H$ $R^4 = CH_2OEt$
 Salz: 3HCl Schmp. 130°C (Zers.)

25

Beispiel 74

Verbindung der Formel

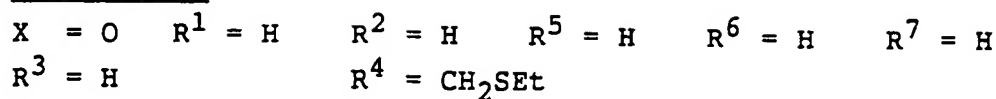
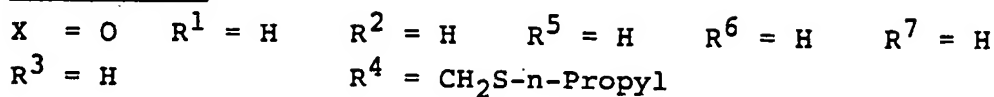
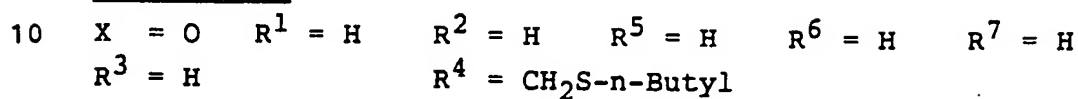
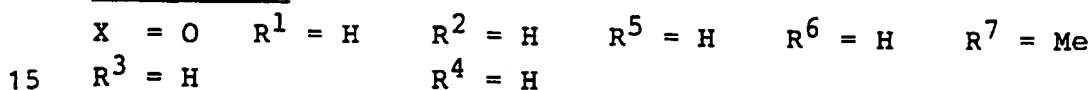
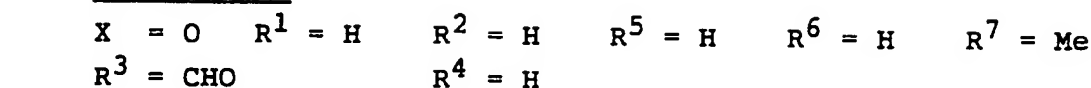
30



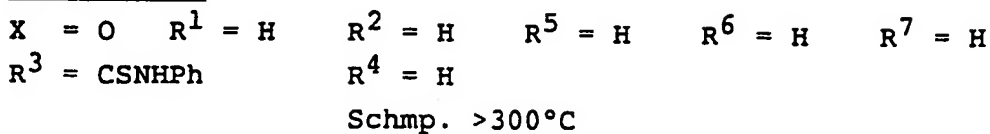
Schmp. >350°C

35

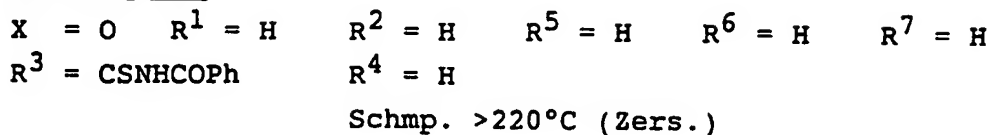
-31-

1 Beispiel 755 Beispiel 76Beispiel 77Beispiel 78Beispiel 79

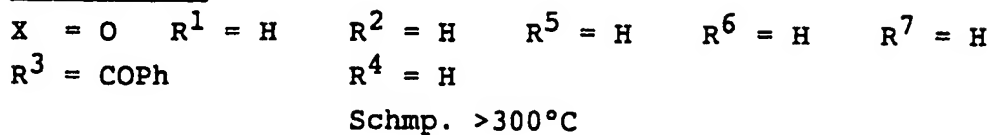
20

Beispiel 80

25

Beispiel 81

30

Beispiel 82

35

1 Beispiel 83

$X = O$ $R^1 = H$ $R^2 = H$ $R^5 = H$ $R^6 = H$ $R^7 = H$
 $R^3 = COPy$ $R^4 = CH_2CH_2CH_3$
 Schmp. 298°C

5

Beispiel 84

$X = NH$ $R^1 = H$ $R^2 = H$ $R^5 = H$ $R^6 = H$ $R^7 = H$
 $R^3 = R^f$ $R^4 = H$
 Schmp. >300°C

10

Beispiel 85

$X = O$ $R^1 = COtBu$ $R^2 = H$ $R^5 = Ph$ $R^6 = H$ $R^7 = H$
 $R^3 = R^b$ $R^4 = Ph$
 Schmp. 240°C (Zers.)

15

Beispiel 86

$X = O$ $R^1 = COiPr$ $R^2 = H$ $R^5 = H$ $R^6 = H$ $R^7 = H$
 $R^3 = CO-(2\text{-Chlorphenyl})$ $R^4 = H$

20 Beispiel 87

$X = O$ $R^1 = COiPr$ $R^2 = H$ $R^5 = H$ $R^6 = H$ $R^7 = H$
 $R^3 = CO-(3\text{-Chlorphenyl})$ $R^4 = H$

Beispiel 88

25 $X = O$ $R^1 = COiPr$ $R^2 = H$ $R^5 = H$ $R^6 = H$ $R^7 = H$
 $R^3 = CO-(4\text{-Chlorphenyl})$ $R^4 = H$

Beispiel 89

30 $X = O$ $R^1 = COiPr$ $R^2 = H$ $R^5 = H$ $R^6 = H$ $R^7 = H$
 $R^3 = CO-(2\text{-Fluorphenyl})$ $R^4 = H$

Beispiel 90

$X = O$ $R^1 = COiPr$ $R^2 = H$ $R^5 = H$ $R^6 = H$ $R^7 = H$
 $R^3 = CO-(3\text{-Fluorphenyl})$ $R^4 = H$

35

1 Beispiel 91

X = O R¹ = COiPr R² = H R⁵ = H R⁶ = H R⁷ = H
 R³ = CO-(4-Fluorphenyl) R⁴ = H

5 Beispiel 92

X = O R¹ = COiPr R² = H R⁵ = H R⁶ = H R⁷ = H
 R³ = CO-(4-Iodphenyl) R⁴ = H

Beispiel 93

10 X = O R¹ = COiPr R² = H R⁵ = H R⁶ = H R⁷ = H
 R³ = CO-(2,3,4-Trimethoxyphenyl) R⁴ = H

Beispiel 94

15 X = O R¹ = COiPr R² = H R⁵ = H R⁶ = H R⁷ = H
 R³ = CO-(2-Methoxyphenyl) R⁴ = H

Beispiel 95

20 X = O R¹ = COiPr R² = H R⁵ = H R⁶ = H R⁷ = H
 R³ = COOPh R⁴ = H

Beispiel 96

25 X = O R¹ = COiPr R² = H R⁵ = H R⁶ = H R⁷ = H
 R³ = CONMe₂ R⁴ = H

25 Beispiel 97

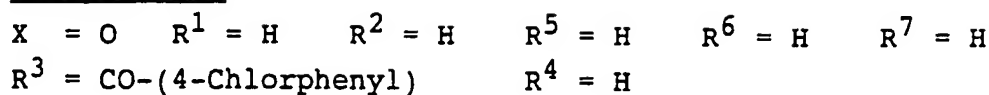
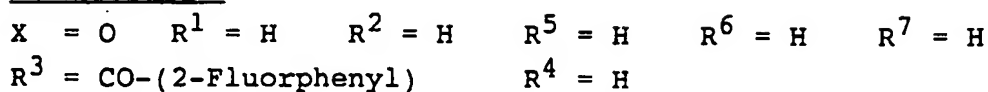
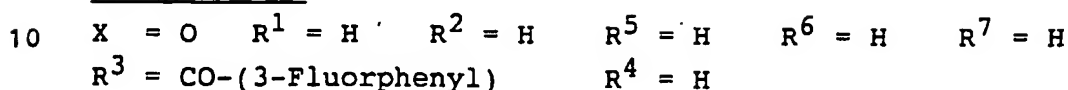
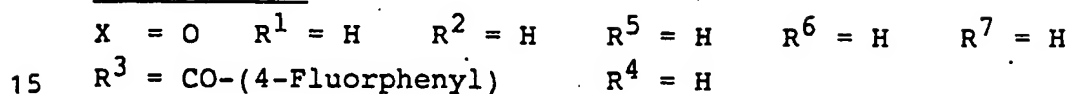
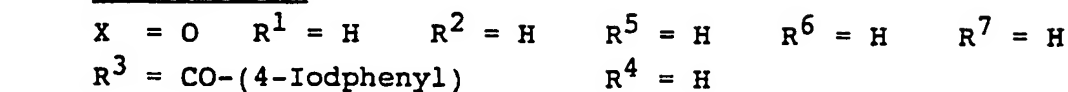
X = O R¹ = COiPr R² = H R⁵ = H R⁶ = H R⁷ = H
 R³ = CO-(2-Thienyl) R⁴ = H

Beispiel 98

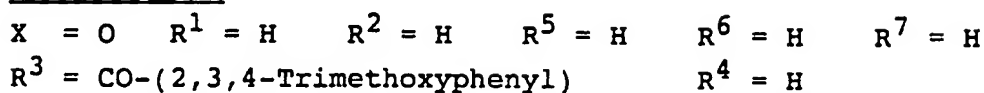
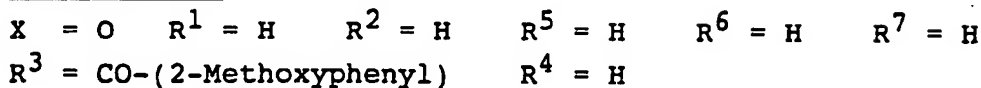
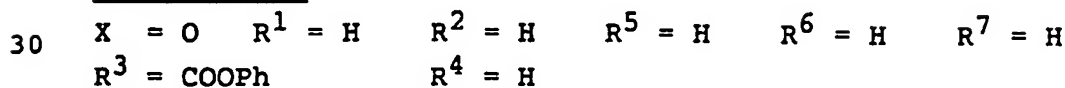
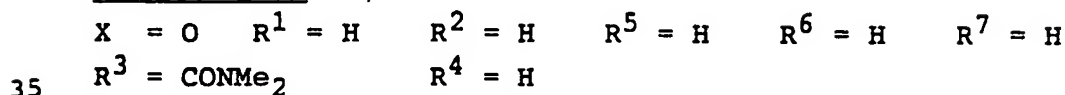
30 X = O R¹ = H R² = H R⁵ = H R⁶ = H R⁷ = H
 R³ = CO-(2-Chlorphenyl) R⁴ = H

Beispiel 99

35 X = O R¹ = H R² = H R⁵ = H R⁶ = H R⁷ = H
 R³ = CO-(3-Chlorphenyl) R⁴ = H

1 Beispiel 1005 Beispiel 101Beispiel 102Beispiel 103Beispiel 104

20

Beispiel 10525 Beispiel 106Beispiel 107Beispiel 108

-35-

1 Beispiel 109

X = O R¹ = H R² = H R⁵ = H R⁶ = H R⁷ = H
 R³ = CO-(2-Thienyl) R⁴ = H

5 Beispiel 110

X = O R¹ = H R² = H R⁵ = H R⁶ = H R⁷ = H
 R³ = CO-(4-tert-Butylphenyl) R⁴ = H

Beispiel 111

10 X = O R¹ = H R² = H R⁵ = H R⁶ = H R⁷ = H
 R³ = H R⁴ = H
 Salz: 2HCl

Beispiel 112

15 X = O R¹ = COiPr R² = H R⁵ = H R⁶ = H R⁷ = H
 R³ = COMe R⁴ = 4-Acetylamino-phenyl

Beispiel 113

20 X = O R¹ = COiPr R² = H R⁵ = H R⁶ = H R⁷ = H
 R³ = COMe R⁴ = Ph

Messung der Hemmung der Aktivität gereinigter Stickstoff-monoxid-Synthase (NOS)

25 Bei diesem Aktivitätsassay wird das bei der Bildung von NO durch gereinigte NOS anfallende Koproduct L-Citrullin quantitativ erfaßt. Als Substrat der Enzymreaktion wird ³H-radiomarkiertes L-Arginin eingesetzt, das zu ³H-L-Citrullin und NO umgesetzt wird. Nach Beendigung der

30 Enzyminkubation wird entstandenes L-Citrullin von unverbrauchtem L-Arginin mittels Ionenaustauschchromatographie aus dem Reaktionsgemisch entfernt; die durch Flüssigkeitsszintillation gemessene ³H-Aktivität entspricht dann der Menge an L-Citrullin, die ein direktes Maß für die

35 Aktivität der NOS ist.

-36-

1 Das Grundmedium für die Durchführung der Enzymreaktion
ist TE-Puffer (Triethanolamin, EDTA, pH 7,0). Das End-
volumen jeder Inkubation beträgt 100 µl. Das Reaktions-
gemisch wird erhalten, indem die folgenden 6 Komponenten
5 auf Eis gemischt werden:

1. "REA-Mix" (pH 7,0), der Triethanolamin, Calciumchlorid, Magnesiumchlorid, EDTA, L-Arginin, Calmodulin und Flavin-Adenin-Dinukleotid (FAD) enthält;
- 10 2. frisch zubereitete Stammlösung von β-Nicotinamid-Adenin-Dinukleotid-Phosphat, reduzierte Form (NADPH);
3. (6R)-5,6,7,8-Tetrahydro-L-Biopterin-Dihydrochlorid-Stammlösung (BH₄) oder - für Versuche ohne BH₄ - stattdessen TE-Puffer;
- 15 4. gereinigte NO-Synthase aus Schweinekleinhirn oder aus Schweineleber;
5. L-[2,3,4,5-³H]-Arginin-Hydrochlorid-Stammlösung (1,5-2,6 TBq/mmol);
6. zu testende Substanz.

20

Die finalen Konzentrationen der Komponenten im Inkubationsvolumen von 100 µl sind:

- Triethanolamin 50 mM, EDTA 0,5 mM, CaCl₂ 226 µM, MgCl₂ 477 µM, L-Arginin 50 µM, Calmodulin 0,5 µM, FAD 5 µM,
25 NADPH 1 mM, BH₄ (wenn zugesetzt) 2 µM, zu testende Substanz 100 µM. Nach dem Mischen der Komponenten auf Eis wird der Reaktionsansatz sofort in einem Wasserbad bei 37°C für 15 Minuten inkubiert. Nach dieser Inkubationszeit wird die Reaktion durch Zugabe von 900 µl eiskaltem
30 "Stoppuffer" (20 mM Natriumacetat, 2 mM EDTA, pH 5,5) abgestoppt und der Ansatz (Gesamtvolumen jetzt 1,0 ml) auf Eis gestellt. Zur Abtrennung des nicht umgesetzten ³H-L-Arginins wird das Gemisch auf eine Ionenaustauscher-

35

1 säule mit 0,8 ml Dowex AG 50 WX-8 (100-200 mesh) gegeben,
 die zuvor mit 2 ml Stoppuffer gespült und äquilibriert
 wurde. Nach dem Auftragen der Probe wird die Säule zwei-
 mal mit je 1 ml Wasser eluiert. Der Durchlauf der Probe
 5 und das Eluat werden in Szintillationsgefäßen aufgefangen
 und gereinigt (Gesamtvolumen 3 ml). Zu den 3 ml wäßriger
 Meßlösung werden 9 ml Szintillator-Lösung gegeben und die
 homogene Mischung wird in einem Flüssigszintillations-
 zähler Tricarb 2500 TR (Packard) 1 Minute pro Probe ge-
 10 messen. Die mit der zu testenden Substanz gefundene Akti-
 vität wird in Prozent der Aktivität der Kontrolle angege-
 ben. Jede Substanz wird in einer Konzentration von 100 µM
 in Anwesenheit von 2 µM Tetrahydrobiopterin auf antago-
 nistische Wirkung sowie in Abwesenheit von Tetrahydrobio-
 15 pterin auf agonistische Wirkung auf die NOS getestet.
 Alle Inkubationen werden in Triplikaten angesetzt. Jeder
 Versuch wird dreimal mit verschiedenen Enzympräparationen
 wiederholt. Einige Ergebnisse sind in der folgenden
 Tabelle angegeben.

20

| | Verbindung des Beispiels | Enzym aus | Citrullin-Bildung (% der Kontrolle) |
|----|-----------------------------|--------------|--|
| 25 | 57 | Schweinehirn | 66,3 |
| | 69 | Schweinehirn | 52,3 |
| | 70 | Schweinehirn | 42,5 |
| | 71 | Schweinehirn | 46,2 |
| | 73 | Schweinehirn | 0,0 |
| 30 | 74 | Schweinehirn | 42,6 |
| | 80 | Schweinehirn | 1,5 |
| | 82 | Schweinehirn | 6,7 |
| | 85 | Schweinehirn | 0,0 |

35 Die nachfolgenden Beispiele betreffen pharmazeutische
 Zubereitungsformen

1

Beispiel A

Gelatineweichkapseln, enthaltend 100 mg Wirkstoff pro Kapsel:

5

| | pro Kapsel |
|---|------------|
| Wirkstoff | 100 mg |
| aus Kokosfett fraktioniertes Triclycerid-Gemisch | 400 mg |
| Kapselinhalt | 500 mg |

10

Beispiel B

Injektionslösung, enthaltend 2,0 mg Wirkstoff pro ml:

15

| | pro ml |
|-----------------------------|---------|
| Wirkstoff | 2,0 mg |
| Polyethylenglycol 400 | 5,0 mg |
| Natriumchlorid | 2,7 mg |
| Wasser zu Injektionszwecken | ad 1 ml |

Beispiel C

20

Emulsion, enthaltend 60 mg Wirkstoff pro 5 ml:

| | pro 100 ml Emulsion |
|------------------------------------|---------------------|
| Wirkstoff | 1,2 g |
| Neutralöl | q.s. |
| Natriumcarboxymethylcellulose | 0,6 g |
| Polyoxyethylen-stearat | q.s. |
| Glycerin rein | 0,2 bis 2,0 g |
| Geschmacksstoff | q.s. |
| Wasser (entsalzt oder destilliert) | ad 100 ml |

30

Beispiel D

Rektale Arzneiform, enthaltend 40 mg Wirkstoff pro Suppositorium:

35

| | pro Suppositorium |
|-------------------------|-------------------|
| Wirkstoff | 40 mg |
| Suppositoriengrundmasse | ad 2 g |

1

Beispiel E

Tabletten, enthaltend 40 mg Wirkstoff pro Tablette:

| | pro Tablette |
|------------------|---------------|
| 5 Wirkstoff | 40 mg |
| Lactose | 600 mg |
| Maisstärke | 300 mg |
| lösliche Stärke | 20 mg |
| Magnesiumstearat | 40 mg |
| 10 | <hr/> 1000 mg |

Beispiel F

Dragees, enthaltend 50 mg Wirkstoff pro Dragee:

| | pro Dragee |
|------------------------|--------------|
| 15 Wirkstoff | 50 mg |
| Maisstärke | 100 mg |
| Lactose | 60 mg |
| sec. Calciumphosphat | 30 mg |
| lösliche Stärke | 5 mg |
| 20 Magnesiumstearat | 10 mg |
| kolloidale Kieselsäure | 5 mg |
| | <hr/> 260 mg |

Beispiel G

25 Für die Herstellung des Inhalts von Hartgelatine kapseln eignen sich die folgenden Rezepturen:

| | |
|-----------------|--------------|
| a) Wirkstoff | 100 mg |
| Maisstärke | 300 mg |
| | <hr/> 400 mg |
| 30 b) Wirkstoff | 140 mg |
| Milchzucker | 180 mg |
| Maisstärke | 180 mg |
| | <hr/> 500 mg |

35

1

Beispiel H

Tropfen können nach folgender Rezeptur hergestellt werden
(100 mg Wirkstoff in 1 ml = 20 Tropfen):

| | | | |
|---|---------------------------|--------|----|
| 5 | Wirkstoff | 10 | g |
| | Benzoessäuremethylester | 0,07 | g |
| | Benzoessäureethylester | 0,03 | g |
| | Ethanol 96 %ig | 5 | ml |
| | entmineralisiertes Wasser | ad 100 | ml |

10

15

20

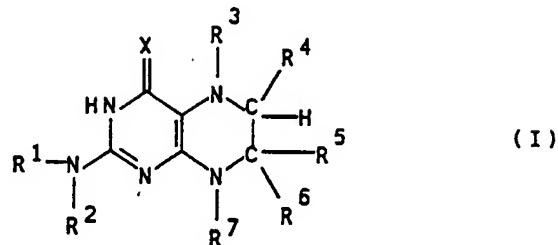
25

30

35

P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Verwendung von Pteridin-Derivaten der allgemeinen Formel I,



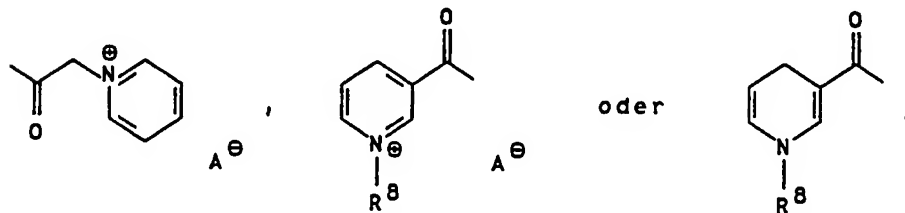
in der

X für O oder NH steht;

R¹ für Wasserstoff, Methyl, (C₁-C₅)-Alkanoyl, Nicotinoyl oder (1-Methyl-3-pyridinio)carbonyl steht;

R² für Wasserstoff oder Methyl steht;

R³ für Wasserstoff, Methyl, Ethyl, Benzyl, (C₁-C₅)-Alkanoyl, unsubstituiertes Benzoyl, substituiertes Benzoyl, Pyridoyl, Thienylcarbonyl, einen der Reste



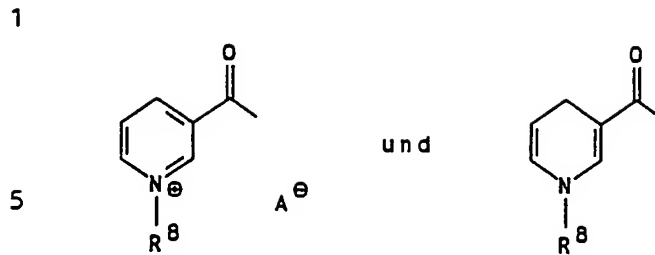
den Rest R⁹R^{9a}N-CO-, den Rest R⁹R^{9a}N-CS-, Phenoxy-carbonyl oder Benzyloxycarbonyl steht;

R⁴ für Wasserstoff, (C₂-C₅)-Alkyl, unsubstituiertes Phenyl, substituiertes Phenyl oder den Rest R^{4a}-CH₂- steht;

R^{4a} für Wasserstoff, (C₁-C₄)-Alkylmercapto, den Rest -S(O)_mR¹⁰, wobei m für die Zahlen 1 oder 2 steht, den Rest -NR¹¹R¹² oder den Rest -OR¹³ steht oder

- 1 R^3 und R^{4a} zusammen für die Gruppierung $-CO-O-$ stehen, wobei deren Carbonyl-C-Atom an die 5-Position des Pteridinmoleküls gebunden ist;
- R^5 für Wasserstoff, Methyl oder Phenyl steht;
- 5 R^6 für Wasserstoff oder Methyl steht;
- R^7 für Wasserstoff oder Methyl steht;
- R^8 für (C_1-C_{10}) -Alkyl oder Benzyl steht;
- R^9 für Wasserstoff, (C_1-C_6) -Alkyl, Cyclohexyl, Phenyl oder Benzoyl steht;
- 10 R^{9a} für Wasserstoff, Methyl oder Ethyl steht;
- R^{10} für Methyl steht;
- R^{11} und R^{12} unabhängig voneinander für Wasserstoff oder Methyl stehen;
- R^{13} für Wasserstoff, (C_1-C_{10}) -Alkyl, 2-Methoxyethyl, Phenyl, 3-Phenylpropyl, 3-Cyclohexylpropyl, (C_1-C_5) -Alkanoyl, Hydroxyacetyl, unsubstituiertes oder im Alkylteil durch einen Phenylrest substituiertes 2-Amino- (C_2-C_6) -alkanoyl oder $((C_1-C_2)$ -Alkoxy)carbo-
- 15 nyl steht;
- 20 A^\ominus für ein pharmakologisch verträgliches Anion steht; und ihrer tautomeren Formen sowie ihrer pharmakologisch verträglichen Salze zur Vorbeugung und Behandlung von Krankheiten, die durch einen erhöhten Stickstoffmonoxid-Spiegel bedingt sind.
- 25 2. Verwendung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß X für Sauerstoff steht.
- 30 3. Verwendung gemäß Anspruch 1 und/oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß R^3 für Wasserstoff, (C_1-C_5) -Alkanoyl, unsubstituiertes Benzoyl, ein-, zwei- oder dreifach substituiertes Benzoyl, Thienylcarbonyl, Nicotinoyl, einen der Reste

-43-



oder für $R^9\text{NH-CO-}$, $R^9\text{NH-CS-}$ oder $(\text{CH}_3)_2\text{N-CO-}$ steht.

- 10 4. Verwendung gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß R^4 für Wasserstoff, Phenyl, durch eine Acetylaminogruppe substituiertes Phenyl oder den Rest $R^{4a}\text{-CH}_2\text{-}$ steht, wobei bevorzugt R^{4a} für Wasserstoff oder den Rest -OR^{13} steht, wobei beson-
- 15 ders bevorzugt R^{13} für $(\text{C}_1\text{-C}_{10})\text{-Alkyl}$ oder $(\text{C}_1\text{-C}_5)\text{-Alkanoyl}$ steht.

5. Verwendung gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4 zur Behandlung und Vorbeugung pathologischer Blut-
- 20 druckabfälle, insbesondere beim septischen Schock und der Krebstherapie mit Cytokinen.

6. Verwendung gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4 zur Behandlung und Vorbeugung von entzündlichen Er-
- 25 krankungen, insbesondere Colitis ulcerosa.

7. Verwendung gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4 zur Behandlung und Vorbeugung von Infarktschäden und/oder Reperfusionsschäden.

- 30 8. Verwendung gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4 zur Behandlung und Vorbeugung von Transplantat-Ab-

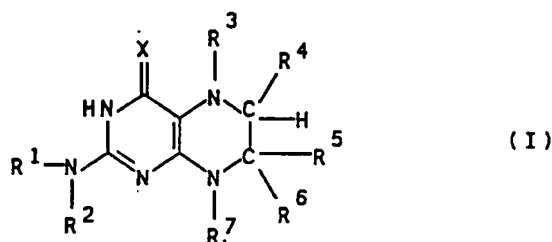
-44-

1 stoßungsreaktionen.

9. Verwendung gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1
bis 4 zur Behandlung und Vorbeugung von Erkrankungen des
5 Nervensystems aus der Reihe Morbus Alzheimer, Epilepsie
und Migräne.

10. Pteridin-Derivate der allgemeinen Formel I,

10



15

in der

X für O oder NH steht;

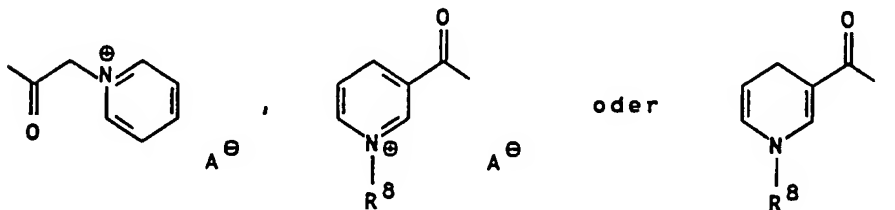
R¹ für Wasserstoff, Methyl, (C₁-C₅)-Alkanoyl, Nicotinoyl
oder (1-Methyl-3-pyridinio)carbonyl steht;

20

R² für Wasserstoff oder Methyl steht;

R³ für Wasserstoff, Methyl, Ethyl, Benzyl, (C₁-C₅)-Alka-
noyl, unsubstituiertes Benzoyl, substituiertes Ben-
zoyl, Pyridoyl, Thienylcarbonyl, einen der Reste

25



30

35

- 1 den Rest $R^9R^{9a}N-CO-$, den Rest $R^9R^{9a}N-CS-$, Phenoxy-carbonyl oder Benzyloxycarbonyl steht;
- R^4 für Wasserstoff, (C_2-C_5) -Alkyl, unsubstituiertes Phenyl, substituiertes Phenyl oder den Rest $R^{4a}-CH_2-$
- 5 steht;
- R^{4a} für Wasserstoff, (C_1-C_4) -Alkylmercapto, den Rest $-S(O)_mR^{10}$, wobei m für die Zahlen 1 oder 2 steht, den Rest $-NR^{11}R^{12}$ oder den Rest $-OR^{13}$ steht oder
- R^3 und R^{4a} zusammen für die Gruppierung $-CO-O-$ stehen,
- 10 wobei deren Carbonyl-C-Atom an die 5-Position des Pteridinmoleküls gebunden ist;
- R^5 für Wasserstoff, Methyl oder Phenyl steht;
- R^6 für Wasserstoff oder Methyl steht;
- R^7 für Wasserstoff oder Methyl steht;
- 15 R^8 für (C_1-C_{10}) -Alkyl oder Benzyl steht;
- R^9 für Wasserstoff, (C_1-C_6) -Alkyl, Cyclohexyl, Phenyl oder Benzoyl steht;
- R^{9a} für Wasserstoff, Methyl oder Ethyl steht;
- R^{10} für Methyl steht;
- 20 R^{11} und R^{12} unabhängig voneinander für Wasserstoff oder Methyl stehen;
- R^{13} für Wasserstoff, (C_1-C_{10}) -Alkyl, 2-Methoxyethyl, Phenyl, 3-Phenylpropyl, 3-Cyclohexylpropyl, (C_1-C_5) -Alkanoyl, Hydroxyacetyl, unsubstituiertes oder im
- 25 Alkylteil durch einen Phenylrest substituiertes 2-Amino- (C_2-C_6) -alkanoyl oder $((C_1-C_2)$ -Alkoxy)carbonyl steht;
- A^\ominus für ein pharmakologisch verträgliches Anion steht; und ihrer tautomeren Formen sowie ihrer pharmakologisch
- 30 verträglichen Salze, wobei aber, wenn X für Sauerstoff und gleichzeitig R^4 für den Rest $R^{4a}-CH_2-$ steht, mindestens einer der Substituenten R^1 , R^2 , R^3 und R^7 eine andere Bedeutung als Wasserstoff hat, als pharmakologische Wirkstoffe.